Aus der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt Aarau.
(Oberarzt: Dr. A. Vogt.)

Das Relief der menschlichen Linsenkern-Vorderfläche im Alter

Mit Tafel I—IV

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Ulrich Lüssi
Arzt aus Wila (Zürich)
Assistent der kant. Krankenanstalt Aarau.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Stuttgart
Hoffmannsche Buchdruckerei Felix Krais
1917

A. g. XIII.

Von der Medizinischen Fakultät Basel

Genehmigt auf Antrag von

Professor Mellinger.

Sonderabdruck aus Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde
Band LIX, Juli-Augustheft 1917.

Meiner lieben Mutter

aus Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 7

II. Eigene Untersuchungen 13

A. Stereoskopische Beobachtung der Kernoberfläche, Verhalten der letzteren zum Linsenchagrin und Irisschlagschatten . . 14

B. Uebereinstimmende Erscheinungen im axialen und peripheren Linsenabschnitt bei verschiedenen Individuen . . 15

1. Veränderungen der Nahtlinien 15

2. Höckerbildung 17

3. Beziehungen der vorderen Kernoberfläche zur Rinde . 17

C. Beidseitigkeit der Veränderungen 18

D. Die hintere Kernoberfläche 19

E. Text zu den Abbildungen 19

III. Zusammenfassung 22

Literaturverzeichnis 23

I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Kenntnis der Kernbildung der menschlichen Linse liefern. Dieser, für die Entstehung der Alterskatarakt schon sehr oft als wesentlich aufgefasste Vorgang, den man als Sklerosierungsprozess bezeichnet, ist heute noch völlig unaufgeklärt.

Ueberblicken wir die bisherige Literatur über Sklerosierung und Altersstar, so suchen wir vergebens nach anatomischen oder klinischen Studien, welche einen Zusammenhang zwischen diesen Prozessen aufzufinden trachten. Es überrascht dies einigermassen, wenn man anderseits die grosse Zahl moderner und früherer Kataraktheorien überschaut, welche allerdings nur auf sehr schwach begründeten Annahmen fussen.

Für die vorliegende Frage interessiert von diesen Theorien hauptsächlich die Beckersche Schrumpfungstheorie, die hier kurz rekapituliert sei. Becker (Handbuch f. A. 1876) nahm an, „dass der Sklerosierungsprozess des Linsenkerns, wenn er nicht völlig stetig und gleichmässig vor sich geht, und so zur Bildung einer Cataracta nigra führt, die gleichmässige Durchtränkung mit Ernährungsflüssigkeit hindert und dadurch zu einer Lockerung der dem Kerne zunächst liegenden Schichten der Linse Veranlassung gibt. Diese Lockerung hat auch einen mechanischen Grund: indem der Kern sich verdichtet und sich dabei auf ein kleineres Volumen reduziert, muss er einen Zug auf die mehr peripher gelegenen Teile ausüben. Diesem können die in der Gegend des vorderen und hinteren Poles gelegenen Rindenschichten und die Kapsel, da sie dort nicht fixiert sind, ohne weiteres

nachgeben. Für die Aequatorialgegend liegt die Sache aber anders. Einmal ist der Zusammenhang der Rindenschichten untereinander daselbst ein geringerer, da die jüngsten Linsenfasern gerade an dieser Stelle liegen. Sodann fixiert die Zonula Zinnii die Kapsel nach aussen und verhindert, dass sich der äquatoriale Teil der Linse vom Ziliarkörper entfernt und der Augenachse nähert. Es kann deshalb nicht wundernehmen, dass gerade in der äquatorial gelegenen Rinde bei der senilen Katarakt zuerst eine Lockerung des Zusammenhangs, ein Auseinanderweichen der Rindenschichten (Gerontoxon lentis) und dann eine wirkliche Trübung der Linsenfasern, ein molekularer Zerfall (Starbildung) auftritt".

Von dem Wunsche ausgehend, einen Beitrag zur Kenntnis des zweifellos sehr wichtigen und heute noch völlig unaufgeklärten Vorganges der Linsensklerosierung zu liefern, habe ich auf Anregung von meinem Chef, Herrn Oberarzt Dr. V o g t, dessen vor einigen Jahren mitgeteilten Beobachtungen über die bisher nicht bekannte Sichtbarkeit der vorderen Linsenkernoberfläche im Alter zur Grundlage eingehender Untersuchungen gemacht, und dabei versucht, diese wichtige Erscheinung der Kernvorderfläche plastisch zur Darstellung zu bringen.

Wenn es uns auch noch nicht möglich ist, durch diese unsere neuen Beobachtungen den genauen anatomischen Vorgang, der sich bei der Kernbildung im Kerne selbst, und insbesondere an der Grenze zwischen Kern und Rinde abspielt, oder gar die hierbei stattfindenden physiologisch-chemischen Vorgänge aufzuklären, so bilden unsere Untersuchungen, die zum erstenmal die Sichtbarkeit der K e r n v o r d e r f l ä c h e und die Möglichkeit ihrer k l i n i s c h e n Beobachtung dartun, gewissermassen einen ersten Schritt, dem Studium der Kernbildung näherzutreten.

Wir bemerken im voraus, dass unsere Untersuchungen vollständig unabhängig von den bestehenden Theorien, z. B. der B e c k e r schen Schrumpfungstheorie, vorgenommen wurden.

Ueber den physiologischen Vorgang der Kernbildung stellt V o g t (l. c.) folgende Betrachtungen an:

„Wenn man die Augen einer grösseren Reihe alter Leute (bei hinreichender Mydriasis) im fokalen Lichte untersucht, so findet man nicht selten eine so ausgesprochene grau-weisse Reflexion der Kernoberfläche, bei klarer schwarzer Rinde, die sich auch peripher in scharfer Kreislinie vom Kerne abhebt, dass man den Eindruck eines trüben, linsenförmigen F r e m d k ö r p e r s, der von klarer Substanz umhüllt ist, erhält. Und doch kann ein solcher Kern recht gut durchleuchtbar sein. Sein Reflexionsvermögen ist aber bedeutend stärker, als das der Rinde, wohl entsprechend seinem geringeren Wassergehalt, seiner grösseren Dichte.

Wenn man von dem Gedanken ausgeht, dass die Kernsubstanz sich von der Rinde in erster Linie durch den verschiedenen W a s s e r g e h a l t

unterscheidet, und dabei bedenkt, dass die Rindensubstanz spezifisch schwerer ist als Wasser, so liegt die Schlussfolgerung nahe, dass das spezifische Gewicht des Kernes das der Rinde übertrifft. In der Tat habe ich durch Zentrifugieren von Kern und Rinde sowohl der Linse des Rindes, wie des Menschen,[1]) sowie durch direkte Wängungen einer grossen Zahl von ganzen Linsen und Kernen, deren Volumen bestimmt war, feststellen können, dass das spezifische Gewicht des Kernes das der Rinde nennenswert übertrifft."

Ferner stellte Vogt durch Wägung fest, dass bei Austrocknung von Linsensubstanz im Wasserbade der Gewichtsverlust für die Kernsubstanz bedeutend geringer ist, als für die Rindensubstanz.

Alle diese Versuche wurden auch an Rinderlinsen angestellt, deren grösseres Volumen die Technik erleichtert und die Zahl der Fehlerquellen vermindert.

Aus diesen Untersuchungen folgt, dass ein Hauptmoment beim Sklerosierungsprozess dem Austritt von Wasser aus der inneren Linsensubstanz zukommt.

Es liegt nahe, mit dieser Eindickung der Substanz auch die Zunahme der Gelbfärbung in Zusammenhang zu bringen. Dies ist allerdings nur für die menschliche Linse möglich, die in jedem Alter, auch beim Neugeborenen, eine gelbe Färbung zeigt. Für die Rinderlinse dagegen kann diese Erklärung nicht ohne weiteres gelten, denn die Kalbslinse ist vollkommen farblos.

Hand in Hand mit der Eindickung geht eine Zunahme der Konsistenz der Linse, und zwar sind die intensivst gefärbten Kerne auch die konsistentesten.

Ueber die Ursache der Färbung des sklerotischen Kernes ist schon diskutiert worden, und es bestehen darüber die verschiedensten Ansichten, auf welche wir hier nicht eingehen können. Wir stimmen jedoch mit Vogt[2]) überein, wenn er das Vorhandensein eines bestimmten, eingelagerten oder gelösten Farbstoffes ablehnt und die sogenannte Cataracta nigra einfach durch die maximale Eindickung der Linsensubstanz erklärt. So ist die Farbendifferenz verschiedener Linsen ähnlich aufzufassen, wie etwa die Farbendifferenz verschieden gesättigter Lösungen, z. B. des Lysols usw.

Ueber die physiologische Kernbildung sind schon viele klinische Untersuchungen angestellt worden. Man denke an die Untersuchungen von Donders und Helmholtz über die Veränderung der Akkom-

---

[1]) Beim Menschen gelingt dieser Versuch wegen der hohen Viskosität der Rinde nicht immer.

[2]) Vogt, Dr. A., Untersuchungen über Blendungserythropsie usw. Arch. f. A. Band LXXVIII, 1914.

modation während des Lebens. Durch die Beobachtungen von Helmholtz, Hess, u. a. ist sichergestellt, dass die Abnahme der Akkommodation Hand in Hand mit dem Fortschreiten der Linsensklerosierung einhergeht, und dass die letztere durchschnittlich etwa mit dem 20. bis 25. Jahre beginnt. Parallel damit geht eine vermehrte Gelbfärbung der sklerosierenden Teile der Linse.

Ueber den Sklerosierungsprozess selber ist man noch heute völlig im unklaren. Nicht einmal die Frage ist entschieden, ob Kern und Rinde anatomisch scharf voneinander abgegrenzt sind, oder ob ein allmählicher Uebergang stattfindet.

Vogt (l. c.) und Barth haben zusammen eine grössere Anzahl frischer menschlicher Leichenlinsen daraufhin untersucht und in vielen Fällen eine scharfe, lineäre Abgrenzung des Kernäquators von der Rinde beobachtet. Zu diesem Zwecke wurden die frischen Leichenlinsen auf einer weissen Unterlage bei schwacher Vergrösserung in auffallendem Lichte untersucht. Die gelbe Kernsubstanz war in scharfer, bei bestimmter Einfallsrichtung des Lichtes sichtbarer Linie von der nur sehr wenig gefärbten Rinde getrennt.

Auch bei der Extraktion unreifer Stare lässt sich eine scharfe Abgrenzung der beiden, sehr verschieden konsistenten Substanzen beobachten.

Hess gelangte auf anderem Wege zu ähnlichen Resultaten. Anlässlich einer Betrachtung der Linsen mit doppeltem Brennpunkt äussert sich Hess im Handbuch: „Wir haben uns (. . .) von der Irrigkeit der verbreiteten Ansicht überzeugt, nach welcher der Rindenindex des normalen Auges allmählich in den Kernindex übergehen soll, und fanden, dass hier schon in der Mitte der Zwanzigerjahre der Uebergang mehr sprungweise erfolgt, und dass die fragliche Differenz zwischen Rinden- und Kernindex mit zunehmendem Alter immer grösser wird (wie aus der zunehmenden Lichtstärke der Kernbildchen hervorgeht)".

Zum erstenmal hat Hess (l. c.) auf physiologischem Wege das Vorhandensein zweier verschieden lichtbrechender Medien in der menschlichen Linse bewiesen, mit Hilfe der sog. Linsenkernbildchen.

Lässt man nämlich von einer punktförmigen Lichtquelle — wir benutzen dazu ein sogenanntes Rektoskoplämpchen — das Purkinjesche Linsenbildchen entstehen und bewegt die Lichtquelle in geeigneter Weise, so beobachtet man (Hess im Handbuch) „dass auch in völlig normalen Linsen etwa jenseits des fünfundzwangzigsten Jahres (gelegentlich auch schon früher) so gut wie regelmässig an der Vorderfläche des Kernes ein zweites aufrechtes Spiegelbildchen zustande kommt, dessen Lichtstärke mit zunehmendem Alter immer grösser wird, so dass es im

50.—70. Jahre bei ganz ungetrübter Linse zuweilen fast ebenso lichtstark erscheinen kann, wie das vordere Linsenbildchen."

„Bewegt man die Lichtquelle in vertikaler Richtung hin und her, so sieht man beide Bildchen in gleicher Richtung mit dem Hornhautbildchen nach oben und unten gehen und zwar macht das erste der beiden Linsenbildchen — wir wollen es kurz das vordere Rindenbildchen nennen — viel ausgiebigere Bewegungen, als das zweite, das als vorderes Kernbildchen bezeichnet werden möge: ersteres eilt also dem Kernbilde bei jeder Auf- und Abwärtsbewegung der Lichtquelle voraus (wobei es in der Regel, auch bei alten Leuten, auf den pheripheren Linsenteilen beträchtlich an Grösse zunimmt). Oft ist, wenn die Lichtquelle sich angenähert horizontal nach aussen vom Auge befindet, scheinbar nur ein Linsenbildchen sichtbar, das sich aber bei jeder Auf- und Abwärtsbewegung in zwei auflöst. Dabei ist meist zu sehen, dass das Kernbildchen wesentlich weiter nach vorn (d. h. näher zur Pupillenebene) gelegen ist, als das Rindenbildchen. In ähnlicher Weise lässt sich bei genauer Untersuchung des hinteren Linsenbildchens bei älteren Leuten oft erkennen, dass auch dieses aus zweien zusammengesetzt erscheint, von welchen das kleiner scheinende, „hintere Rindenbildchen" viel lichtstärker ist, im allgemeinen dem Pupillenrande näher liegt und bei Bewegungen der Lichtquelle sich etwas ausgiebiger bewegt, als das lichtschwächere und diffusere „hintere Kernbildchen", das neben ihm gegen die Pupillenmitte hin sichtbar ist. Während an den beiden aufrechten Linsenbildchen die Zusammensetzung aus zwei gesonderten, schon um das 20.—30. Jahr oft leicht und mit grosser Deutlichkeit sichtbar ist, gelingt dies bei den umgekehrten hinteren Bildchen im allgemeinen erst im höheren Alter mit ähnlicher Deutlichkeit."

Wir sehen, dass diese Hess schen Befunde durchaus mit der oben gegebenen Darstellung von einer scharfen Abgrenzung von Kern und Rinde zusammentreffen. Bei einem allmählichen Uebergang zwischen beiden Substanzen wären Kernbilder undenkbar. Dass dagegen die Kernbildchen an Schärfe den Rindenbildchen nicht gleich kommen können, ergibt sich aus den von Vogt gemachten (l. c.) und von mir hier mitgeteilten Beobachtungen: Die Kernoberfläche ist keine regelmässige, wie etwa die der Rinde, wenn sie auch mit der grössten Deutlichkeit die scharfe Trennung zwischen Rinde und Kern ohne weiteres erkennen lässt.

Die bisher geübten anatomischen Untersuchungen der Linse, wobei diese verschiedenen Härtungsmethoden unterworfen wird, lassen für alle diese Fragen keine Schlüsse zu, weil die durch die härtenden Mittel bedingten Schrumpfungserscheinungen so ausserordentlich gross sind, dass die Morphologie von Kern und Rinde dadurch völlig verwischt wird.

So enstehen, namentlich in der wasserreichen Rinde, infolge von Wasserentzug hochgradige Schrumpfungserscheinungen, welche zu Spaltbildungen und wohl auch zu Faserverschiebungen führen können. Aber abgesehen hiervon, ist es unmöglich, durch Betrachtung von Schnittpräparaten der Linse, auch wenn die Kernoberfläche durch die Präparation nicht verändert würde, ein übersichtliches Bild von den feinen Veränderungen dieser Oberfläche im Alter gewinnen. Anatomische Untersuchungen über dieses Verhalten können nur an der intakten, frisch aus dem Auge genommenen Linse gemacht werden, und zwar nur bei Untersuchung im auffallenden Licht.

An diesen Schwierigkeiten mag es liegen, dass die von Vogt beschriebene Gestaltung der Kernoberfläche im Alter bisher nicht bekannt war.

Von vornherein ist es denkbar, dass die Fläche, welche das unscharfe Kernbildchen liefert, sichtbar werden muss. Denn gerade der Umstand, dass das Bild unscharf ist, kann zu der Vermutung führen, dass wir es mit einer unebenen Reflexionsfläche zu tun haben, welche daher direkter Beleuchtung zugänglich sein muss.

In einer grossen Zahl von Fällen gelang es Vogt, bei senilen Individuen mit Hilfe des Zeiss'schen binokolaren Hornhautmikroskopes mit Gullstrand'schem Beleuchtungsbogen die Kernoberfläche plastisch wahrzunehmen.

Vogt sagt darüber folgendes: „Häufig zeigt die Kernoberfläche im 7.—9. Jahrzehnt, selten früher, ein fächerartiges Relief, welches die Fasernähte nur noch undeutlich, oft in verkrümmter Gestalt, erkennen lässt."

„Dieses, im Alter sehr häufige, überaus charakteristische Relief der Kernoberfläche ist besonders schön mit dem Binokularmikroskop sichtbar. Durch Verschiebung der Lichtquelle am Gullstrand'schen Bogen kann man Wechsel von Licht und Schatten an den Firsten, Tälern und Hängen der radiär verlaufenden „Fächerfalten" erzeugen und so das Bild besonders plastisch gestalten. Diese, merkwürdigerweise bis jetzt noch nicht beschriebenen plastischen Bilder gehören zu dem Schönsten, was uns das Zeiss'sche Instrument sichtbar zu machen imstande ist."

„In dem axialen Abschnitte dieses fächerartigen Reliefs der Kernvorderfläche beobachtete ich häufig eine Ansammlung rundlicher bis unregelmässig streifiger Prominenzen, von Höcker- bis unregelmässiger Wallform. Diese rundlichen und streifigen Prominenzen scheinen mir, da sie sehr häufig sind, mit dem Sklerosierungsprozess in ebenso inniger Verbindung zu stehen, wie die fächerartige Oberflächengestaltung. Fig. 6 versucht, von diesen Verhältnissen eine Vorstellung zu geben: Beleuchtung von links her, man erkennt die Fächergestaltung, insbesondere der peripheren Abschnitte, während den axialen Teil der Kernoberfläche

manigfaltige rundliche Höcker, Wälle und Furchen einnehmen. Realiter haben feinste Furchen und Wälle vielfach die typische Linsenfaserrichtung".

„Man könnte alle die Unregelmässigkeiten der Kernoberfläche als Folgen eines Schrumpfungsprozesses deuten. Wenigstens müssten ähnliche Runzeln, Höcker und Wälle entstehen, wenn sich das Innere des Kerns relativ rascher zusammenziehen (schrumpfen) würde, als seine Oberfläche."

„Das Fächerrelief der Kernoberfläche ist vor allem auch da deutlich und mit blossem Auge erkennbar, wo der Kern eine sehr grosse Ausdehnung besitzt und das Epithel erreicht hat. Dieses geschieht im axialen Abschnitt früher als peripher, entsprechend der Kerngestalt. In einem solchen Falle (der zur Extraktion kam), in dem nur noch peripher Rinde, und zwar blauweiss getrübte, vorhanden war, ragte letztere in Form radiärer Zungen in die zwischen den Firsten der gelben Kernoberfläche gelegenen Radiärfurchen vor, so dass ein sehr buntes und plastisches Bild entstand."

Auf die ferner in der zitierten Arbeit von Vogt im Zusammenhang mit den Nahtverhältnissen der Linse beschriebenen „Wasserspalten" wird in meinen nachfolgenden Untersuchungen nicht eingetreten. Diese Gebilde werden Gegenstand einer zweiten Untersuchungsreihe bilden.

Was das Relief der Kernoberfläche anbelangt, so ist leider die in der Vogtschen Arbeit (p. 353, v. Graefes Arch. f. O., Bd. LXXXVIII, 2. Heft) wiedergegebene Abbildung infolge mangelhafter Reproduktion unscharf ausgefallen.

II. Eigene Untersuchungen.

Meine eigenen Untersuchungen über die Kernoberfläche stellte ich an 40 über 60 Jahre alten Personen an, welche teils Patienten der kant. Krankenanstalt Aarau, teils Pfleglinge des Altersasyls Laurenzenbad waren. Für das Entgegenkommen, das uns der Arzt dieses Asyls, Herr Dr. Schaffroth in Erlinsbach zeigte, sei ihm hiemit bestens gedankt.

Es handelte sich um Personen, die über keine Augenstörungen klagten.

Bei maximal erweiterter Pupille durch Homatropin-Kokain wurde der vordere Linsenabschnitt mit Hilfe des Zeiss schen binokularen Hornhautmikroskopes bei 24facher Vergrösserung untersucht. Ein Teil der Fälle wurde bei nichtdilatierter Pupille betrachtet. Bei Personen von über 60 Jahren, bisweilen auch bei jüngeren, kann die vordere Kernoberfläche in der Regel mit Hilfe dieser Methode erkannt werden.

Aehnlich wie bei der Untersuchung des Linsenchagrins erfordert auch die Erkennung der Kernoberfläche eine gewisse Uebung. Bei seitlich stehender Lichtquelle lässt man den Patienten zuerst geradeaus, dann etwas nach oben und etwas nach unten blicken. Bei allen diesen Blickrichtungen wird die Lichtquelle in geeigneter Weise hin- und hergeschoben. Die Einzelheiten der Kernoberfläche treten bei den verschiedenen Individuen in verschiedener Deutlichkeit hervor.

Im allgemeinen können wir sagen, dass mit zunehmendem Alter die Plastik der Kernvorderfläche immer prägnanter wird. Doch gilt dies nur im allgemeinen, wie auch die Kernsklerose und die Linsengelbfärbung bei verschiedenen Individuen im gleichen Alter in sehr verschiedenem Grade auftreten können.

Wir haben unter den von uns untersuchten Personen die sieben prägnantesten Fälle ausgewählt und nach dem Vorgang von Vogt im Modell nachgebildet. Die von uns wiedergegebenen Abbildungen 3—9 auf Tafel I bis IV sind die Photographien dieser Modelle.

A. Stereoskopische Beobachtung der Kernoberfläche, Verhalten der letzteren zum Linsenchagrin und zum Irisschlagschatten.

Die binokulare, i. e. stereoskopische Untersuchung mit Hilfe des Hornhautmikroskopes, erleichtert die körperliche Betrachtung und die Abschätzung von Niveaudifferenzen ausserordentlich. Insbesondere tritt die Kernoberfläche bei enger Pupille sehr plastisch und als in bedeutendem Abstande vom Pupillenrande liegend, hervor. Ihre Einzelheiten, wie Höcker und Firsten, zeigen deutliche Parallaxe mit dem Pupillarrand. Dieser letztere wirft einen scharfen Schlagschatten auf die Kernoberfläche. Dieser Schatten darf nicht verwechselt werden mit demjenigen, welchen die Iris vermöge ihrer Dicke, ihrer Höcker und Falten auf die Kapseloberfläche wirft und welcher, z. B. bei Trübung dieser Oberfläche, (Kapseltrübung, Pupillarexsudat) sichtbar wird. Es handelt sich hier vielmehr um den Schlagschatten des Irisrandes, welcher dann entsteht, wenn dieser Rand selber direkt beleuchtet wird.

Es ist von ganz besonderem Interesse und eine direkte Folge der Niveaudifferenz von Rindenoberfläche und Kernoberfläche, dass in dem erwähnten Schlagschatten des Pupillarrandes die Linsenchagrinierung, i. e. subkapsuläre Linsenoberfläche, sehr schön sichtbar gemacht werden kann, und zwar bis an den Pupillenrand. Ein Beweis, dass der Pupillenrandschlagschatten auf der Kernoberfläche liegt (Tafel I, Fig. 1).

Der Linsenchagrin bildet somit ein besonders instruktives Mittel, um Rinden- und Kernoberfläche auseinander zu halten.

Es ist zu betonen, dass dieses Verhalten der Chagrinierung zum Schlagschatten begreiflicherweise viel leichter bei enger, als bei weiter Pupille darstellbar ist.

Durchaus nicht selten ist die Linsenkapsel zufällig durch Pigmentreste, z. B. angeborener Art, verunreinigt. Auch in diesen Fällen lässt sich durch Parallaxe die Niveaudifferenz zwischen Linsenoberfläche und Kernoberfläche überblicken. Bei geeigneter Lichtquelle gelingt es, den Schatten solcher Kapselverunreinigungen auf der Kernoberfläche zu beobachten und ihn durch Verschiebung der Lichtquelle auf der Kernoberfläche wandern zu lassen.

B. Uebereinstimmende Erscheinungen im axialen und peripheren Linsenabschnitt bei verschiedenen Individuen.

1. Veränderungen der Nahtlinien.

Der mittlere (axiale) und periphere Abschnitt der vorderen Kernoberfläche zeigen, wie ein Blick auf unsere Tafeln ohne weiteres dartut, sehr ungleiche Veränderungen: der axiale, sehr hochgradige, der periphere im allgemeinen unbedeutende. Und zwar trifft dieses Verhalten für fast alle unserer Untersuchungen zu. Bevor wir auf diese Veränderungen eintreten, müssen wir betonen, dass bei allen von uns untersuchten Individuen, bei denen die Kernoberfläche überhaupt erkennbar war, die Kernplastik in den Hauptzügen ein durchaus gleichmässiges, man darf wohl sagen geradezu gesetzmässiges Verhalten zeigt.

Wir erkennen ein System von Firsten, welche nach der Zahl, Gruppierung und Verlaufsrichtung mit dem System der Nähte der Kernoberfläche zusammenfallen.

Es sind schmale Wälle, welche aus dem Niveau ihrer Umgebung emporsteigen, und welche, seitlich beleuchtet, einen ausgesprochenen Schatten werfen. Schon hieraus geht hervor, dass die beschriebenen Firsten durch den Gullstrandschen Beleuchtungsbogen, welcher nur eine horizontale Verschiebung der Lichtquelle gestattet, in der vertikalen Dimension deutlicher sichtbar gemacht werden können, als in der horizontalen. Will man die mehr horizontal verlaufenden Strecken deutlich sichtbar machen, so hat man den Kopf des zu Untersuchenden möglichst horizontal zu halten.

Dass diese Wälle den Nähten entsprechen, geht erstens aus der Gruppierung hervor. Sie laufen in mehr oder weniger radiärer Richtung im mittleren Linsenabschnitt zusammen, so zwar, dass hier eine besonders starke, kurze, vertikale First (siehe Bilder) die Hauptverzweigungen abgibt. Diese First und die sich an sie anschliessenden Zweige erscheinen am stärksten prominent. Sie können in stark ausgeprägten Fällen bei

guter seitlicher Beleuchtung schon mit der Hartnackschen Kugellupe, erkannt werden. Uebrigens kann man auch bei gewöhnlicher Beleuchtung mit Lupe ohne Vergrösserung diese First erkennen und so unter einer grossen Zahl alter Leute die prägnantesten Fälle herausfinden.

Nach der Peripherie hin werden die Firsten flacher, so dass die Peripherie der Kernoberfläche eine bedeutend geringere Gliederung aufweist, als das Zentrum.

Wie hoch diese Nahtfirsten im axialen Linsenabschnitt über ihre Umgebung hervorragen, lässt sich mit den heutigen Hilfsmitteln wohl nicht bestimmen. Wir konnten also unserer Modellierung nur den Eindruck zugrunde legen, den wir von der Ausdehnung der Dimensionen der Prominenzen schätzungsweise hatten.

Wohl zu beachten ist, dass diese so auffallenden Erscheinungen im durchfallenden Lichte auch mit dem Lupenspiegel nicht wahrnehmbar sind. Es lassen sich dabei höchstens kleine Differenzen in der Brechung feststellen.

Solche Fälle vermögen wohl bei nur fokaler Beleuchtung Katarakt vorzutäuschen; die Durchleuchtung zeigt dann ganz klare Medien.

Der Eindruck den man von der Dimension der Prominenzen hat, ist hauptsächlich bestimmt durch den Schatten, den die Firsten bei bestimmter Einfallsrichtung des Lichtes auf die Umgebung werfen. Der Schatten ist am breitesten bei der sog. streifenden Inzidenz des Lichtes, wird bei Verschiebung der Lichtquelle nach dem Zenith der First immer schmäler, bis zum Verschwinden, und tritt bei weiterem Verschieben des Lichtes auf der andern Seite der First wieder auf.

Wie die Nähte der Linse in sehr gesetzmässiger Weise in y-förmigem Winkel zusammenstossen (Tafel II, Fig. 4), dessen beide Schenkel zueinander konkav sind, so gilt dies auch für die Firsten. Auch dies ist ein sicheres Merkmal, dass wir in den beschriebenen Firsten veränderte Nähte der Kernoberfläche vor uns haben.

Aber auch wenn dies noch nicht genügend beweisend wäre, so würde uns ein anderes Moment von der Richtigkeit dieser Darstellung überzeugen: nämlich die sehr häufig sichtbaren, von den Firsten, d. h. den Nähten ausstrahlenden Linsenfasern der Kernoberfläche. Sie sind in der Figur 5, Tafel II angedeutet.

In ganz gesetzmässiger Weise strebt die Faserung, analog wie die im Chagrin beobachtbare, und wie die im frischen anatomischen Präparat sichtbare Linsenfaserung den Nähten, in diesem Fall den Firsten der Kernoberfläche zu.

Wo in mehr peripheren Kernabschnitten zwei Firsten nahe beieinander verlaufen, besteht zwischen ihnen ein Tal; wo dieses in den Schlagschatten des Pupillenrandes übergeht, zeigt dieser Schatten eine

Auszackung, oder doch Ausbuchtung nach der Linsenachse (Abbildung 8 und 9, auf Tafel IV).

Umgekehrt ist dieser Rand des Schlagschattens über jeder First eingeknickt, ganz wie dies nach der theoretischen Ueberlegung der Fall sein muss, wenn an der Kernoberfläche auf welche der Schatten fällt, eine Prominenz vorhanden ist.

Gerade dieses Verhalten des Schattens (Ein- und Ausbuchtung) könnte vielleicht zu einer messenden Untersuchung über die Höhe der Firsten und Tiefe der Täler benutzt werden.

Die Zahl der Firsten entspricht durchschnittlich der Zahl der Nähte. Doch ist die Ausbildung der Firsten eine durchaus ungleich starke.

Besonders charakteristisch ist in allen Fällen eine in den mittleren Linsenabschnitten vertikal verlaufende First (s. o.), welche als Ausgangsnahtlinie zu betrachten ist.

2. Höckerbildung.

Diese veranschaulichen die Abbildungen 3—9. Wie sofort erkennbar, handelt es sich um flache Buckel, die, wenn sie vorhanden sind, stets neben und über den beschriebenen Nahtfirsten auftreten. Sie kommen nur im axialen Linsenabschnitt vor und geben der axialen Kernoberfläche ein höckeriges, oft blatternartiges Aussehen. Die Höcker sind von ungleicher Grösse und werden nach der Peripherie zu im allgemeinen flacher und spärlicher. Im Falle 7 (s. u.) zeigen sie ein besonders ausgeprägtes und von den übrigen Fällen etwas abweichendes Verhalten. Die Höcker sind hier viel grösser und weniger dicht und erinnern an ein Blatternexanthem. Die dazwischen liegenden Nahtfirsten sind unregelmässig und sehen stellenweise wie zerrissen aus.

Was die Erkennung solcher Höckerbildungen anbetrifft, so fordern die leichter ausgeprägten Fälle grosse Uebung und Aufmerksamkeit. Wir vermissen aber diese Höcker bei genauer Untersuchung in denjenigen Fällen fast vollständig, bei welchen die Nahtfirsten deutlich zum Ausdruck kommen. Dennoch haben wir den bestimmten Eindruck, dass die Höckerbildung nur in stark vorgeschrittener Ausbildung des Vorderflächenreliefs zu beobachten sind. Sie stellen im Gegensatz zu den Firsten ein Symptom weit vorgeschrittener Sklerose dar. Einen Fall von Höcker- ohne gleichzeitige Firstbildung konnten wir nicht beobachten.

3. Beziehungen der vorderen Kernoberfläche zur Rinde.

Das beschriebene Relief der vorderen Kernoberfläche ist am schönsten zu überblicken und anscheinend auch am deutlichsten ausgeprägt

bei völliger Klarheit der davor liegenden Rinde. Wir beobachteten die schönsten Fälle bei Leuten mit guter zentraler Sehschärfe.

Was die Wölbung der Kernoberfläche anlangt, so war in allen von uns beschriebenen Fällen leicht erkennbar, dass der vordere Pol des Kernes der Kapsel wesentlich näher liegt als die Peripherie; m. a. W. der Radius der Kernoberfläche ist kleiner als derjenige der Linsenoberfläche.

Nicht selten ist das Bild der Kernoberfläche kompliziert durch Wasserspaltenbildung, welche teils an der Kernoberfläche selbst, teils in der angrenzenden Rinde auftritt und bei stärkerer Ausbildung die Betrachtung der Kernoberfläche in hohem Masse erschwert, ja fast unmöglich macht, wenn die Wasserspalten in Speichentrübung übergehen (Vogt l. c.).

Ueber die Wasserspaltenbildung und ihre Beziehungen zu den Linsennähten sei auf die Arbeiten von Vogt verwiesen.

C. Beidseitigkeit der Veränderungen.

Die Beidseitigkeit ist, soweit die Zahl der Beobachtungen zu urteilen gestattet, stets vorhanden. Doch bestehen wesentliche Unterschiede in der Ausprägung des Reliefs. Dazu kommt, dass kataraktöse Veränderungen die beiden Augen in ungleicher Weise beeinflussen können.

Kürzlich beobachteten wir einen 65-jährigen Patienten der med. Abteilung mit beiderseits sehr schön ausgeprägtem Höcker- und Firstrelief bei völlig klarer Rinde, bei dem die rechtsseitige Kernoberfläche diffus grauweiss getrübt erschien, während die linksseitige völlig klar war. Dementsprechend zeigte die Durchleuchtung rechts, besonders im axialen Teile, fast kein rotes Licht (Kernstar?), während dieses linkerseits anscheinend in normaler Weise erhältlich war. Solche Fälle bieten wohl einen Fingerzeig zum Zusammenhang zwischen Kernbildung und Katarakt.

Eine eingehende Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Kernsklerose und Katarakt wurde von uns nicht angestellt; doch sei nochmals auf die oben angeführte Tatsache hingewiesen, dass Linsen mit ausgesprochen schönem Kernrelief, trotz gewöhnlich hohen Alters klar sein können und dass solche Augen nicht selten durch gute zentrale Sehschärfe überraschen.

Wo Wasserspalten oder Rindentrübungen auftreten, ist die Form der Kernoberfläche wenig oder nicht zu sehen, was schon durch die Anwesenheit dieser Trübungen erklärt ist.

D. Die hintere Oberfläche des Kernes.

Die Beobachtung der hinteren Kernoberfläche mit dem Zeiss-schen Hornhautmikroskop, das wir benutzten, gestaltet sich viel schwieriger, als die der vorderen. Es liegt dies an der Art der Wölbung dieser Fläche und auch an der Art der benutzten Lichtquelle. Es gelang uns nicht, die hintere Kernoberfläche in ähnlicher Weise sichtbar zu machen, wie die vordere, obschon bei geeigneter Lichtquelle das hintere Kernbildchen ebenso leicht erhältlich ist, wie das vordere.

E. Text zu den Abbildungen.

Fall 1. Tafel I, Fig. 3.

J. L., 65 Jahre; Landarbeiter in H.

Imbecillitas.

Augen: Bds. periphere Katarakt.

Visus konnte wegen der Imbecillität nicht geprüft werden.

Fig. 3. Relief der Kernvorderfläche des rechten Auges. Beleuchtung von links, Pupille dilatiert.

Kurze, ausgesprochene Vertikalfirst, von der oben und unten fächerartig die übrigen Firsten abgehen. Entsprechend der am Gullstrandschen Beleuchtungsbogen nur horizontal verschiebbaren Lichtquelle, konnten die mehr horizontal verlaufenden Firsten nur wenig deutlich sichtbar gemacht und zur Darstellung gebracht werden. Höcker werden vermisst. Andeutung von Höckerbildung findet sich im Winkel, gebildet von der Vertikalfirst und der von ihr temporal unten abgehenden First.

Fall 2. Tafel II, Fig. 4.

Marie D., 70 Jahre; Pflegling des Altersasyls Laurenzenbad.

Adipositas universalis.

Augen: Bds. periphere Linsentrübungen und gute Sichtbarkeit der vorderen Kernoberfläche im auffallenden Lichte. Im Lupenspiegel deutliche periphere Katarakt.

R. mächtige Wasserspalten; im Lupenspiegel axial gelegene und radiär angeordnete hellere und dunklere Linsenpartien.

V. r. = $^5/_{12}$. Liest und strickt ohne Glas.

V. l. = $^5/_{12}$.

Fig. 4. R. Auge. Beleuchtung von links, Pupille dilatiert.

Ausgesprochenes Fächerrelief. Wieder vermisst man die deutliche Sichtbarkeit der mittleren Kernpartien. Temporal oben und unten vereinigen sich je zwei Firsten zur y-Form mit nach innen gerichteter Konkavität der Schenkel, wie wir dies bei den Linsennähten beobachten. Sehr schön war hier der typische Faserverlauf auf der Kernoberfläche zu sehen. Nichts unterscheidet den Faserverlauf auf der Kernoberfläche von dem der Linsenoberfläche. Höcker temporal unten wie im Fall 1.

Fall 3. Tafel II, Fig. 5.

H. L., 72 Jahre; Bezirksrichter in B. Rüstiger Herr.

Augen: Bds. bei nicht dilatierter Pupille mit Lupenspiegel und in fokaler Beleuchtung nicht die geringste Linsentrübung. Ausgesprochene Wasserspalten.

V. r. = $^5/_8$.

V. l. = $^5/_{12}$.

Fig. 5. Linkes Auge. Beleuchtung von rechts. Pupille dilatiert.

Die gleichmässig über die ganze Kernvorderfläche verteilten Firsten laufen axial in ein Höckerrelief zusammen. Auch hier dominiert die vertikale First. Doch ist sie vielfach von Höckern übersät und dadurch unregelmässig in Verlauf und Gestalt. Ebenso behalten auch die übrigen Firsten im axialen Höckerfeld ihre alte, wenn auch vielfach unterbrochene und stellenweise verwischte Verlaufsrichtung bei. An zwei Stellen Zusammentreffen zweier Firsten zur y-Form. Durch seitliche Neigung des Kopfes des Untersuchten zur Horizontalen konnten wir alle Partien zur Kernoberfläche gleichmässig sichtbar machen und zur Darstellung bringen.

Die Höcker, sehr mannigfaltig in Grösse und Form, liegen hier hauptsächlich axial und verlieren sich allmählich in die nächste Umgebung. Ihre Oberfläche ist ziemlich glatt. Kleinste Höckerchen, dazwischen Gruben und Grübchen bedingen starke Unebenheit der axialen Reliefpartien.

Eine vertikal unten gelegene Wasserspalte ersetzt die hier erwartete First. Ihre Ränder liegen in der Kernoberfläche.

Die Verlaufsrichtung der von den Firsten abgehenden Kernfasern ist in dieser Abbildung angedeutet.

Fall 4. Tafel III, Fig. 6.

C. G., 76 Jahre; Bildhauer in A. Gebrechlicher Mann.

Augen: Bds. viele Wasserspalten, leichte periphere Trübungen; Chorioretinitis in macula.

V. r. = $^{10}/_{200}$.

V. l. = $^{10}/_{200}$.

Fig. 6. Linkes Auge. Beleuchtung von rechts. Pupille dilatiert.

Relief der axialen Partien. Wieder vertikale First, von der kleinere, oft nahezu senkrecht von ihr, abgehen, Täler und Tälchen erzeugend. Neben einigen grossen Höckern finden sich hier hauptsächlich kleinste, warzenartige Erhebungen über Firsten und Täler zerstreut. Da und dort sieht man diese Höckerchen in der Verlaufsrichtung der Fasern geordnet und in länglicher Gestalt in die Fasern selbst übergehen.

Fall 5. Tafel III, Fig. 7.

Frau W., 78 Jahre; Pflegling des Altersasyls Laurenzenbad.

Decompensatio cordis.

Augen: R. schleierartige Rindentrübung. Der Linsenchagrin erscheint von reichlichen Vakuolen durchsetzt. Gelber, trüber Kern, der nur Spuren roten Lichtes durchlässt. L. Rinde zum grössten Teil, Kern völlig getrübt.

V. r. = Projektion gut.

V. l. = Projektion etwas unsicher.

Fig. 7. Rechtes Auge. Beleuchtung von rechts. Pupille dilatiert.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Fällen fehlt hier die typische Firstbildung. Insbesondere vermisst man die Vertikalfirst. Was an Firsten vorhanden ist, scheinen die Reste eines ehemaligen zusammenhängenden Systems zu sein, das, wie man annehmen könnte, durch fortschreitende Sklerosierung — Höckerbildung (s. o.) — verwischt wurde. Die Höcker haben hier einen andern Charakter als in den bisher beschriebenen Fällen (die feine Riffelung an den Höckern ist bei ihrer plastischen Darstellung entstanden und findet sich nicht an der untersuchten Kernoberfläche!). Die grossen Höcker sind mehr axial, die kleinen mehr peripher gelegen und erreichen nasal fast den Rand der mässig dilatierten Pupille. Ausserdem liegen hier die Höcker nicht so dicht beisammen, wie in den oben beschriebenen Fällen, sondern viel mehr vereinzelt.

Es scheint sich hier um ein ganz vorgeschrittenes Stadium des Sklerosierungsprozesses zu handeln.

Fall 6. Tafel IV, Fig. 8.

E. M., 79 Jahre; Wirt in A. Verhältnismässig kräftiger Körperzustand.

Augen: Bds. auf der Kernoberfläche ganz vereinzelte Trübungen. Rechts stärker als links. R. auch im hintern, besonders im axialen Linsenabschnitt, mässige Trübungen, so dass hier die Sehschärfe wesentlich beeinträchtigt wird.

V. r. = $^{7}/_{200}$. Macht feinste Bleistiftzeichnungen ohne Glas.

V. l. = $^{5}/_{12}$.

Fig. 8. Linkes Auge. Beleuchtung von rechts. Pupille dilatiert. Irisschlagschatten.

Prägnantes Firstrelief. Stark prominente Vertikalfirst. Von ihren Abzweigungen gehen kleinste, kurz verlaufende Firstchen ab, welche nach Verlauf und Anordnung der Kernfaserung entsprechen. Die axialsten Partien sind ziemlich gleichmässig von kleinen, runden Höckerchen übersät, die sich, allmählich seltener werdend, gegen den Pupillarrand hin verlieren, diesen aber nirgends erreichen.

Temporal und etwas unten findet sich eine flache, breite Erhebung, die, im direkten Lichte liegend, nicht sichtbar ist. Dagegen bemerkt man bei aufmerksamer Betrachtung der Tab. 8, dass dort der Irisschlagschatten die obenerwähnten Unregelmässigkeiten — Einzackung im Tal, Auszackung auf der First — zeigt.

Sehr deutlich ist diese Erscheinung im folgenden Bild.

Fall 7. Tafel IV, Fig. 9.

J. M., 31 Jahre; Wagner in Sch. Kräftiger Mann.

Augen: R. Phthisis bulbi, total degenerierte Hornhaut. L. bei nicht dilatierter Pupille keine Linsentrübungen.

V. l. = $^{5}/_{12}$.

Fig. 9. Linkes Auge. Beleuchtung von rechts; Pupille nicht dilatiert; Irisschlagschatten.

Bei enger Pupille werden nur die axialsten Partien der Kernoberfläche gesehen. Diese ist sehr schön plastisch erkennbar. Die markante Vertikalfirst erscheint unten wie eingeknickt. Ziemlich gleichmässige Uebersäung des Reliefs mit verschieden grossen Höckerchen.

Parallel zu der temporal unten verlaufenden First eine kleine First.

Hier zeigt der Irisschlagschatten auf das schönste das im Text angegebene Verhalten, besonders deutlich da, wo First und Tal auf einer kurzen Strecke mehrmals vom Irisschlagschatten getroffen werden.

Bei enger Pupille sieht man hier den im Irisschlagschatten liegenden Linsenchagrin bis zum Pupillenrand.

Betrachtet man die Bilder mit einer starken Lupe, z. B. von 16 D. und grossem Durchmesser, so gewinnen die Darstellungen sehr an Körperlichkeit. Insbesondere gilt dies für die mit Iris versehenen Reliefs.

Ein Teil der den Abbildungen 3—9 zugrunde liegenden Fälle wurde am 3. März 1917 d. Gesellsch. der Schweiz. Augenärzte demonstriert.

III. Zusammenfassung.

Vorliegende Untersuchungen bilden die Fortsetzung der Vogtschen Beobachtungen über das Relief der vorderen Kernoberfläche der menschlichen Linse, welche die bisher nicht bekannte Tatsache ergaben, dass in einem gewissen Alter die menschliche Linsenkernvorderfläche eine ganz bestimmte Konfiguration annimmt, die der Betrachtung bei fokalem Licht zugänglich wird.

Wir haben die Gestaltung in einer Anzahl von typischen Fällen plastisch zur Darstellung gebracht.

Die Nähte der Kernoberfläche bekommen eine firstartige Gestalt und ragen dadurch in die Rinde vor, welche jedoch durchaus klar bleiben kann. Die Firsten sind im axialen Teil der Kernoberfläche viel schärfer ausgesprochen, als in der Peripherie.

In den meisten Fällen treten mehr oder weniger regelmässig kleine Höckerbildungen auf der axialen Kernoberfläche auf. Die Höcker haben glatte Oberfläche und liegen sehr dicht nebeneinander; sie verlieren sich allmählich gegen die Peripherie hin.

Diese Höckerchen können am Rande der Nahtfirsten in die charakteristische Linsenfaserung übergehen.

Ferner geht aus den vorliegenden Untersuchungen hervor, dass mit Hilfe des Irisschlagschattens und der stereoskopischen Beobachtung der Kern einem Fremdkörper gleich in der klaren Rindensubstanz sitzt, wo er jedoch durchaus keine besonderen Sehstörungen zu verursachen braucht. Es handelt sich um eine physiologische Alterserscheinung,

welche allerdings, wie einer der von uns beobachteten Fälle zeigt, einen Uebergang zu Kerntrübung bilden kann.

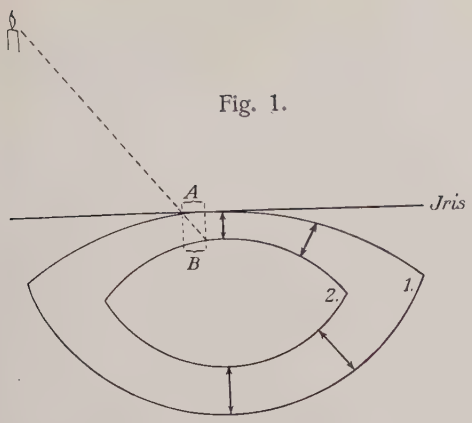
Inwieweit diese ausgesprochene Kernsklerose, die eine scharfe, sprungweise Abgrenzung zwischen Kern und Rinde beweist, mit der Bildung des gewöhnlichen Altersstars (Wasserspalten, Rinden- und Kerntrübungen) im Zusammenhang steht, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Zum Schluss spreche ich Herrn Dr. Vogt, Oberarzt der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt, meinen herzlichsten Dank aus für die Anregung zu meiner Arbeit und für seine fortwährende Hilfe. Für die ausserordentliche Mühe, die sich Herr Kollege Affolter für die Herstellung der Bilder gegeben hat, sei ihm herzlich gedankt.

Literaturverzeichnis.

1. Vogt, A., Klinischer und anatomischer Beitrag zur Kenntnis der Cataracta senilis, insbesondere zur Frage des subkapsulären Beginnes derselben. v. Graefes Arch. f. Ophth., 1914, LXXXVIII. Bd., 2. Heft. — 2. Derselbe, Untersuchungen über Blendungserythropsie der Aphakischen und Lichtextinktion durch die Katarakt, mit Bemerkungen zu der durch Blendung entstehenden Störung der Farbenempfindung. Arch. f. Augenheilk., 1914, LXXVIII. Bd., Heft 1—2. — 3. Hess, C., Pathologie und Therapie des Linsensystems. Graefe-Saemisch, Handb. d. Augenheilk., 1911, 3. Aufl. — 4. Becker, O., Pathologie und Therapie des Linsensystems. Handb. d. Augenheilkunde, 1876, 1. Aufl. — 5. Barth, Th., Untersuchungen über Häufigkeit und Lokalisation von beginnenden Linsentrübungen bei 302 über 60 Jahre alten Personen. Basel, 1914, Inauguraldiss.

Fig. 1.

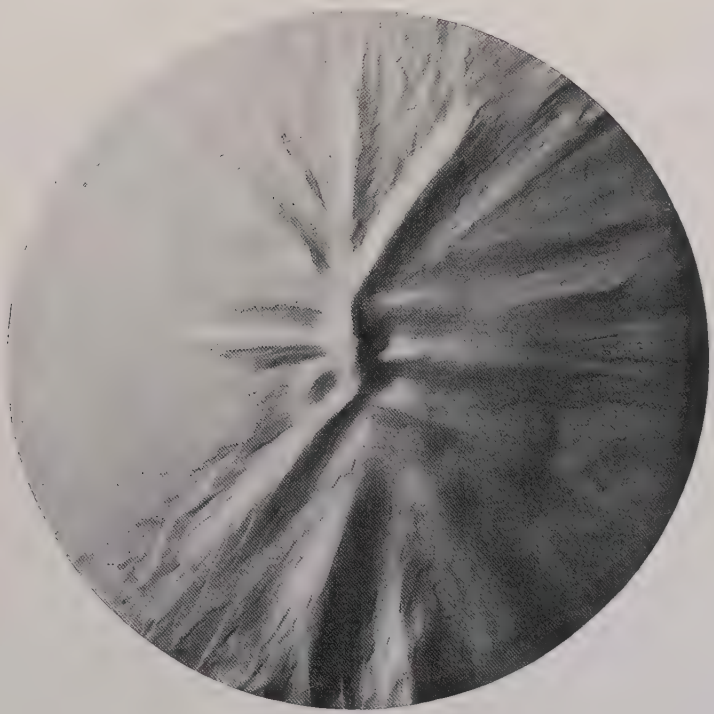


Linse:
1. Rinde
2. Kern

Fig. 2.

A. Leuchtender Chagrin im Bereich des Irisschlagschattens.
B. Irisschlagschatten auf der Kernvorderfläche.

Fig. 3.



U. Lüssi, Das Relief der menschlichen Linsenkern-Vorderfläche im Alter.

Fig. 4.

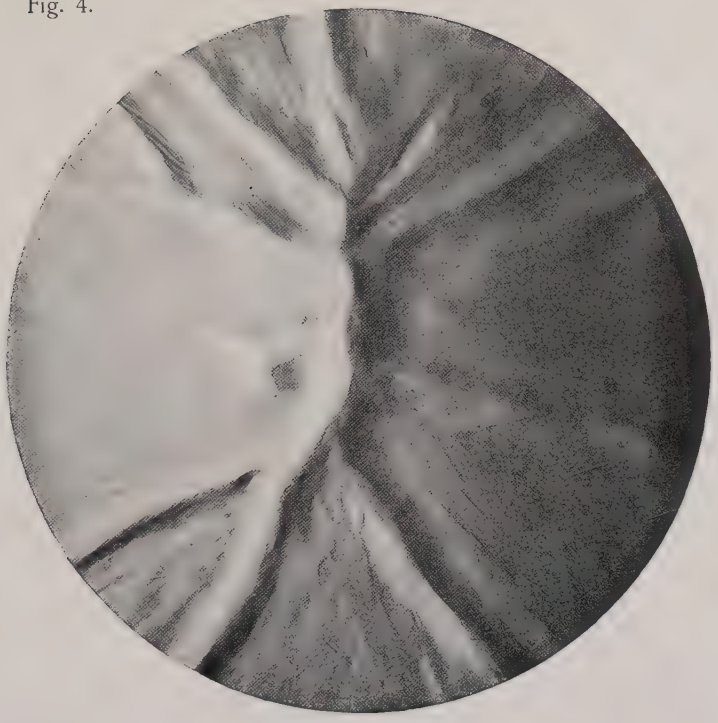
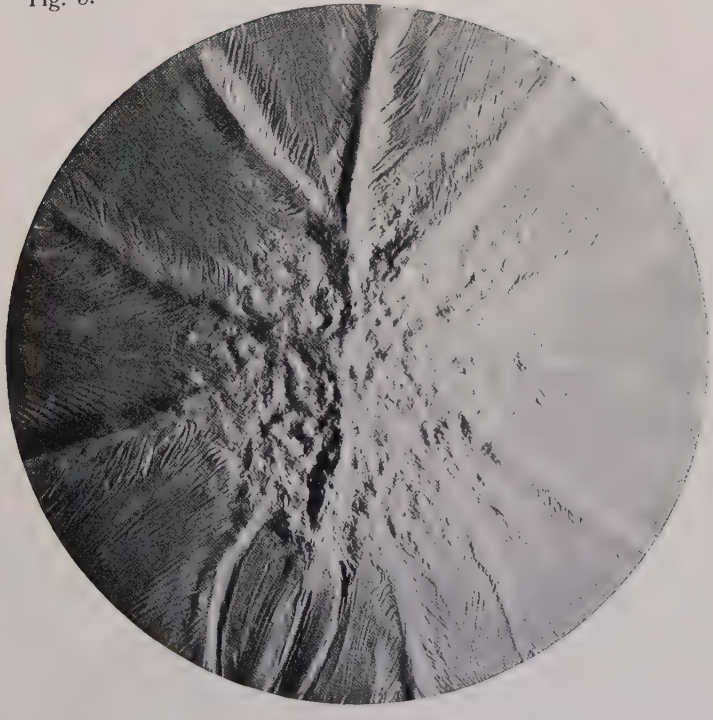


Fig. 5.



U. Lüssi, Das Relief der menschlichen Linsenkern-Vorderfläche im Alter.

Fig. 6.

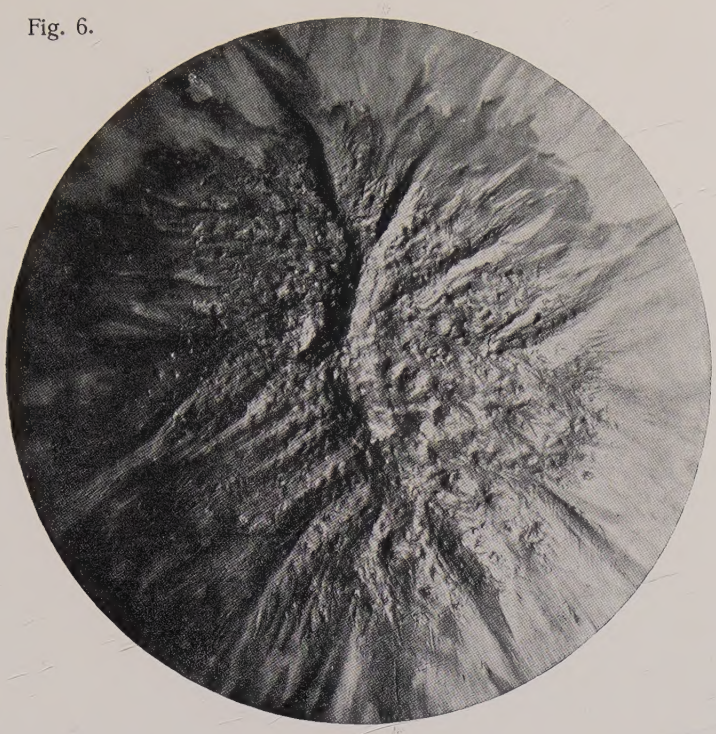


Fig. 7.

U. Lüssi, Das Relief der menschlichen Linsenkern-Vorderfläche im Alter.

Fig. 8.

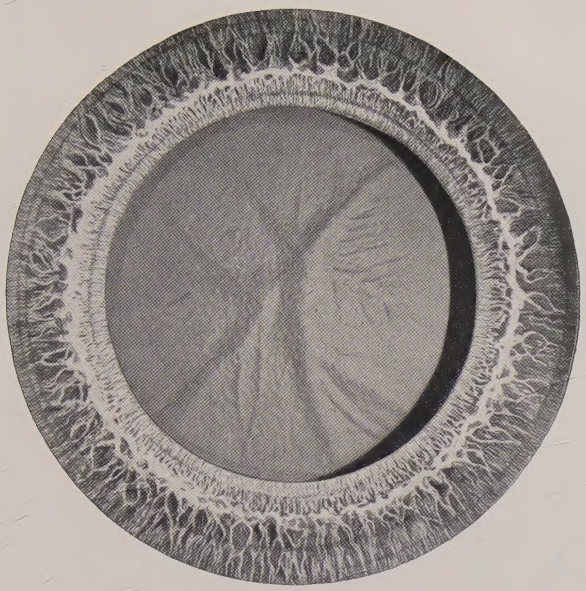
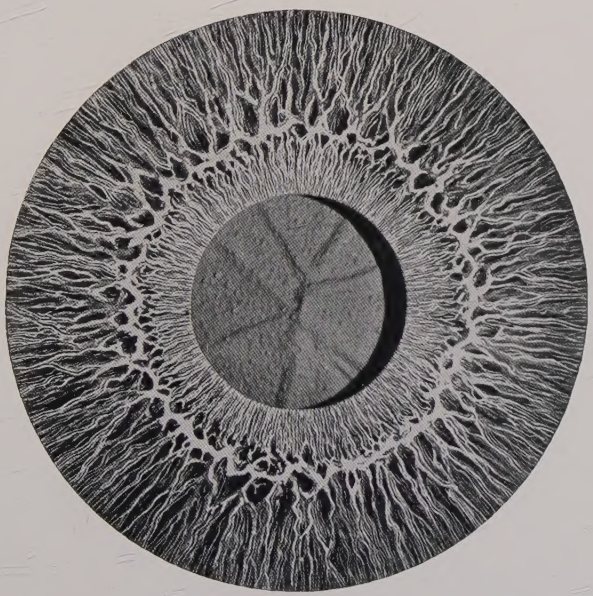


Fig. 9.



U. Lüssi, Das Relief der menschlichen Linsenkern-Vorderfläche im Alter.